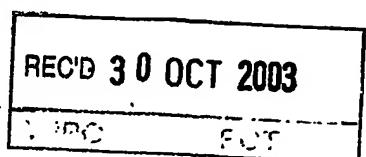


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

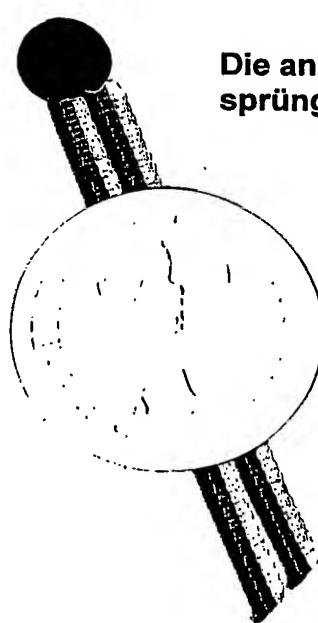
BEST AVAILABLE COPY

**Aktenzeichen:** 102 47 109.6  
**Anmeldetag:** 09. Oktober 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Schalten eines  
Halbleiter-Leistungsschalters  
**IPC:** H 03 K 17/082

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 2. Oktober 2003  
 Deutsches Patent- und Markenamt  
 Der Präsident  
 Im Auftrag

Schäfer





104 77 1111 1111  
09.10.2002

## Beschreibung

### Verfahren und Vorrichtung zum Schalten eines Halbleiter-Leistungsschalters

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schalten eines Halbleiter-Leistungsschalters nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, insbesondere eines zwischen zwei Energiespeichern angeordneten Halbleiter-Leistungsschalters in einem mit einem Integrierten Starter-Generator ausgerüsteten Kraftfahrzeug-Bordnetz. Sie betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach Anspruch 4.

15 Im einem Kraftfahrzeug-Bordnetz mit ISG sind Schaltvorgänge zwischen Energiespeichern - Akkumulatoren verschiedener Nennspannungen und Kondensatoren (Zwischenkreiskondensatoren, Doppelschichtkondensatoren) - über Umrichter oder Schaltregler mittels Leistungsschaltern erforderlich, die mittels der Befehle eines Steuergeräts durchgeführt werden.

20 Bedingung dabei ist, dass vor dem Öffnen eines Schalters der durch ihn fließende Schalterstrom auf 0A gebracht wird, und dass vor dem Schließen eines Schalters die zwischen seinen Schaltkontakten liegende Schalterspannung auf 0V gebracht wird.

25 Ein Schalterstrom 0A kann beispielsweise durch Abschalten von AC/DC-Umrichter oder DC/DC-Schaltregler erfolgen und stellt in der Praxis kein Problem dar.

30 Die Regelung auf 0V Schalterspannung, d.h., keine Potentialdifferenz zwischen den Polen des (geöffneten = nicht leitenden) Schalters, erfolgt in der Regel durch gezieltes Umladen

eines der Energiespeicher, beispielsweise eines Zwischenkreiskondensators, da dieser in der Regel der kleinere der Energiespeicher ist. Diese Regelung kann auch prinzipiell durch einen Umrichter oder einen zwischen diesem und dem

- 5 Bordnetz befindlichen Schaltregler erfolgen.

Der Zwischenkreiskondensator hat beispielsweise eine Kapazität von mehreren  $10.000\mu\text{F}$ , der Doppelschichtkondensator beispielsweise eine Kapazität von  $200\text{F}$ , die Akkumulatoren eine 10 Kapazität von mehreren  $\text{Ah}$ . Die auszugleichende Schalterspannung kann bis zu  $60\text{V}$  betragen.

Bedingt durch das ungünstige Verhältnis von Leistungsfähigkeit von Umrichter (z.B.  $6\text{kW}$ ) oder Schaltregler (z.B.  $1\text{kW}$ ) zu 15 der für den Ladungsausgleich (bis  $40\text{ Joule}$ ) erforderlichen Energie sind dem Spannungsausgleich jedoch in der Praxis enge Grenzen gesetzt.

20 Werden nun beispielsweise aus Gründen der Zuverlässigkeit und des Platzbedarfs als Schalter Halbleiterschalter eingesetzt, so reicht die so erzielbare Genauigkeit des Spannungsausgleichs nicht aus.

25 Im normalen Betrieb auftretende Ströme und Leistungen erfordern die Verwendung von Bauelementen (Kondensatoren, Schaltern) mit sehr kleinen Widerständen. Entsprechend hoch fallen bei vorhandenen Spannungsdifferenzen die Ausgleichsströme über dem zu schließenden Schalter aus. Im Extremfall führt dies zur Zerstörung der Halbleiter.

30

Eine Begrenzung des durch den Schalter fließenden Ausgleichsstromes auf einen ungefährlichen Wert setzt eine Strommessung voraus, die bei der Höhe der auftretenden Ströme einen kos-

tenintensiven Stromsensor erfordert. Außerdem kann der Ausgleichsvorgang nicht zeitoptimiert verlaufen, da bei großer Schalterspannung die Verlustleistung im Schalter hoch ist, was eine weitere mögliche Begrenzung darstellt.

5

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Betätigung eines Halbleiter-Leistungsschalters zu schaffen, die ohne kostenintensiven Stromsensor auskommt und bei welcher der Einschaltvorgang und der Einschaltzustand so geregelt werden, dass auch bei großer Spannungsdifferenz am Schalter die Verlustleistung in den Halbleitern auf einen ungefährlichen Wert begrenzt - und konstant gehalten - wird, damit eine Beschädigung der Halbleiter ausgeschlossen ist.

15

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung umfasst die technische Lehre, den Widerstand der Schaltstrecke des Halbleiter-Leistungsschalters (S1, S2) 25 mittels einer Steuerspannung  $V_{st}$  so zu steuern, dass die Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  nicht überschreitet.

30 Die Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters wird aus der zwischen den Anschlüssen des Leistungsschalters liegenden Differenzspannung  $V_{diff}$  ermittelt, wie später noch genauer ausgeführt wird.

Diese Verlustleistung  $P_{ist}$  wird anschließend auf einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  geregelt, wobei die Regelgröße als Steuersignal zur Erzeugung der Steuerspannung dient.

- 5 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Schalter als Transfer-Gate auszubilden und mittels einer Ladungspumpe so anzusteueren, dass die Verlustleistung am Schalter geregelt und auf einen vorgegebenen Sollwert begrenzt werden kann.
- 10 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung wird nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. In der 15 Zeichnung zeigen:

- Figur 1 ein Prinzipschaltbild eines 14V/42V-Kraftfahrzeug-Bordnetzes,
- 20 Figur 2 ein Prinzipschaltbild eines als Transfer-Gate ausgebildeten Halbleiter-Leistungsschalters,
- Figur 3 die Schaltung eines mittels einer Ladungspumpe ansteuerbaren Transfer-Gates,
- Figur 4 einen Differenzverstärker mit Gleichrichter zur Bestimmung der Schalterspannung,
- 25 Figur 5 einen Analogrechner zur Bestimmung der Verlustleistung am Schalter mit einem nachgeschalteten Zweipunktregler, und
- Figur 6 ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Schalter-Verlustleistung.
- 30 Figur 7 den Verlauf der zeitvariablen Führungsgröße  $V_{soll}(t)$ , und
- Figur 8 eine alternative Ausführung für den Leistungsrechner LR nach Figur 5.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der Ausführungen bezüglich der Vorrichtung näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild eines 14V/42V-Kraftfahrzeug-Bordnetzes mit einem mit einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine gekoppelten integrierten Starter-Generator ISG, anhand dessen die Erfindung erläutert wird.

Dieser ISG ist über einen bidirektionalen AC/DC-Wandler AC/DC

10 a) direkt mit einem Zwischenkreiskondensator C1,  
b) über einen Leistungsschalter S2 mit einem Doppelschichtkondensator DLC,  
c) über einen Leistungsschalter S1 mit einem 36V-Akkumulator B36 und einem 42V-Bordnetz, und  
15 d) über einen bidirektionalen DC/DC-Wandler DC/DC mit einem 12V-Akkumulator B12 und einem 14V-Bordnetz N14 verbunden.

Erfindungsgemäß soll jeder Leistungsschalter (S1 und S2) als Transfer-Gate ausgebildet sein und mittels der Befehle eines nicht dargestellten Steuergeräts von einer Ladungspumpe angesteuert werden.

Figur 2 zeigt ein Prinzipschaltbild für einen als Transfer-Gate TG ausgeführten Schalter, beispielsweise für den Schalter S2, der zwischen dem Zwischenkreiskondensator C1 und dem Doppelschichtkondensator DLC angeordnet ist. Falls weitere als Transfer-Gate ausgebildete Schalter erforderlich sind, so sind sie identisch ausgebildet.

30 Das Transfer-Gate TG besteht aus zwei in Reihe geschalteten MOSFET-Transistoren Q1 und Q2, deren Sourceanschlüsse s und Gateanschlüsse g jeweils miteinander verbunden sind. Die

Drainanschlüsse d dienen als Eingang E oder Ausgang A des Schalters.

Da im Bordnetz die Spannungsdifferenzen  $V_{diff}$  und Stromrich-

5 tungen am Schalter beliebiges Vorzeichen bzw. beliebige Richtung haben können, ist die Verwendung von zwei in Reihe geschalteten Halbleitern bzw. Halbleitergruppen erforderlich, von denen jeweils wenigstens einer sperrt. Eine derartige Anordnung ist als Transfer-Gate bekannt, welche die eigentliche  
10 Schaltfunktion ausübt.

Die Ansteuerung eines solchen als Transfer-Gate ausgebildeten Schalters erfolgt durch Anlegen einer Steuerspannung zwischen Source- und Gateanschluß. Zum Abbau dieser Steuerspannung ist  
15 ein nicht näher bezeichneter Widerstand zwischen Gate- und Sourceanschluß vorgesehen.

In Figur 3 ist die Schaltung des mittels einer Ladungspumpe ansteuerbaren, als Transfer-Gate ausgebildeten Schalters S2, 20 der zwischen Zwischenkreiskondensator C1 und Doppelschichtkondensator DLC angeordnet ist, noch einmal dargestellt. Zusätzlich kann, mittels eines Signals Dis über einen weiteren, im Transfer-Gate angeordneten Transistor Q3 (und einen externen Transistor Q4) die Steuerspannung kurzgeschlossen werden, 25 um das Transfer-Gate rasch zu öffnen (nichtleitend zu steuern).

Die an sich bekannte Ladungspumpe LP (Kondensatoren C2 bis C5 und Dioden D3 bis D5) baut eine Steuerspannung zwischen Source- und Gateanschluß des Transfer-Gate (Schalter 2) auf. Sie 30 wird von einem Gatteroszillatator (logische Schaltelemente U1 bis U4) mit Enablefunktion versorgt. So kann der Oszillatator und mit ihm die Ladungspumpe LP durch ein logisches Steuer-

signal En (enable) ein- und ausgeschaltet werden. Die Erzeugung dieses Steuersignals En wird weiter unten erklärt.

Durch Einschalten der Ladungspumpe LP mittels eines Signals

- 5 En (Enable) wird zwischen Source- und Gateanschluß eine positive Steuerspannung aufgebaut, wodurch Schalter S2 (Transfer-Gate) entsprechend leitend wird. Nach dem Abschalten wird diese Spannung wieder abgebaut, wodurch Schalter S2 wieder nichtleitend wird. Das Ein- und Ausschalten erfolgt zeitlich  
10 kontrolliert, d.h., dass durch gezieltes Ein- und Ausschalten der Ladungspumpe das Transfer-Gate in einem analogen Leitungszustand gehalten werden kann.

Die Spannung (Potentialdifferenz) Vdiff zwischen den An-

- 15 schlüssen A und E des Schalters S2 (Transfer-Gate) wird durch einen nachfolgenden, in Figur 4 dargestellten Spannungsgeber GV ermittelt und in einen auf Bezugspotential GND bezogenen Absolutwert Vdiffabs der Schalterspannung umgewandelt. Die Spannung Vdiff wird in einem Differenzverstärker A1 und R11  
20 bis R14 erfasst und in eine auf eine vorgegebene Referenzspannung Vref bezogene Gleichspannung umgewandelt. Beträgt die Potentialdifferenz 0V, so ist am Ausgang des Differenzverstärkers A1 eine Spannung Vref abgreifbar.

- 25 Ein dem Differenzverstärker A1 nachgeschalteter Gleichrichter K1 wertet das auf Referenzspannung Vref bezogene Ausgangssignal des Differenzverstärkers A1 aus. Er steuert zwei miteinander gekoppelte Schalter S3 und S4 (beispielsweise zwei CMOS-Umschalter) so, dass ein nachfolgender, zweiter Differenzverstärker A2, beschaltet mit Widerständen R15 bis R18, stets eine positive Eingangsspannung erhält.

Auf diese Weise erhält man am Ausgang des Differenzverstärkers A2 den Absolutwert  $V_{diffabs}$  der auf Bezugspotential GND bezogenen Schalterspannung  $V_{diff}$ .

- 5 Zur Bestimmung der Schalterverlustleistung  $P_{ist}$  muss dieser Absolutwert  $V_{diffabs}$  der Schalterspannung weiter aufbereitet werden.

10 Um eine kostspielige Messung des Schalterstromes  $I_s$  zu vermeiden, kann man diesen auch aus dem Differential der Schalterspannung  $V_{diffabs}$  ermitteln, da dieser Strom ja zur Umladung des Zwischenkreiskondensators C1 dient:

$$15 \quad I_s = C1 \cdot d(V_{diffabs})/dt, \quad C1 \text{ ist dabei konstant} \quad (1)$$

Zur Ermittlung der Leistung  $P_{ist}$  am Schalter ist die Bestimmung des Produkts aus Schalterspannung  $V_s$  und Schalterstrom  $I_s$  erforderlich:

$$20 \quad P_{ist} = V_s \cdot I_s = V_{diffabs} \cdot C1 \cdot d(V_{diffabs})/dt \quad (2)$$

25 Gemäß Figur 5 wird zur Berechnung der Schalterleistung  $P_{ist}$  ein Leistungsrechner LR herangezogen. Dieser besteht aus einem mit einem Kondensator C21 und einem Widerstand R21 beschalteten Analogrechner A3 und einem Multiplizierer M. Der Analogrechner A3 berechnet gemäß Formel 2 aus der Eingangsgröße  $V_{diffabs}$  das zeitliche Differential  $d(V_{diffabs})/dt$ , welches im Multiplizierer M mit der Eingangsgröße  $V_{diffabs}$  multipliziert wird.

30

Der Wert des Zwischenkreiskondensators C1 ist dabei als Verstärkungsfaktor berücksichtigt. Er kann aber auch durch Vari-

ation des Sollwerts  $P_{soll}$  eines nachstehend beschriebenen Zweipunktreglers K2 berücksichtigt werden. Das Ausgangssignal des Multiplizierers M ist proportional zur Schalterleistung  $P_{ist}$ .

5

In einem nachfolgenden Zweipunktregler K2 wird das Ausgangssignal  $P_{ist}$  des Multiplizierers M auf einen als Führungsgröße dienenden Sollwert  $P_{soll}$  geregelt, welcher als ein dem Sollwert  $P_{soll}$  entsprechender Spannungswert am nichtinvertierenden Eingang des Zweipunktreglers K2 angelegt wird. Der nichtinvertierende Eingang des Zweipunktreglers K2 ist über einen Widerstand R22 direkt mit Bezugspotential GND verbunden. Über einen Schalter S3 wird dem nichtinvertierenden Eingang des Zweipunktreglers K2 der Sollwert  $P_{soll}$  zugeführt. Am Ausgang des Zweipunktreglers K2 ist das Signal En abgreifbar, welches dem Gatteroszillator U1 bis U4 nach Figur 3 als Steuersignal zugeführt wird:

Pist< $P_{soll}$ : En = High  $\rightarrow$  der Gatteroszillator U1 schwingt an, 20 die Ladungspumpe erzeugt eine steigende Gatespannung, wodurch das Transfer-Gate stärker leitet. Die Schalterspannung (zwischen A und E) sinkt und damit auch die gemessene Spannung Vdiffabs. Als Folge davon wird der Wert von Pist solange steigen, bis er den Sollwert  $P_{soll}$  überschreitet.

25

Pist> $P_{soll}$ : En = Low  $\rightarrow$  der Gatteroszillator U1 stoppt. Die Ladungspumpe liefert keine Gatespannung mehr, diese sinkt langsam. Bei Unterschreiten von  $P_{soll}$  durch Pist schaltet Regler K2 wieder auf High und der Zyklus beginnt erneut.

30

Der Sollwert  $P_{soll}$  kann durch Öffnen des Schalters S3 abgeschaltet werden, wobei der Widerstand R22 dann für Nullpotential sorgt und S2 sicher in den Sperrzustand geht.

Die Berechnung der Schalterleistung  $P_{ist}$  kann auch mittels eines in einem Mikrocontroller  $\mu$ C abgelegten Softwareprogramm erfolgen, dessen Ablaufdiagramm in **Figur 6** dargestellt ist. Dadurch entfallen Analogrechner A3 und Multiplizierer M.

5

Das Ausgangssignal  $V_{diffabs}$  des Differenzverstärkers A2 (Figur 4) wird in einem A/D-Konverter A/D laufend digitalisiert und in einem Zwischenspeicher ZS gespeichert und anschließend per Software differenziert ( $d/dt$ ).

10

In einem weiteren Schritt wird das Differential mit dem Ausgangssignal des A/D-Konverters A/D und mit einer Konstante  $C_1$  multipliziert (X) und wieder in einen Analogwert zurückgewandelt (D/A). Dieser Analogwert ist proportional zur Schalterleistung  $P_{ist}$  und wird dem invertierenden Eingang des Reglers K2 (in Figur 5) zugeführt.

Differentiation und Multiplikation sind sowohl hardware- als auch software-mäßig aufwendige Verfahren. Beide Verfahren können vermieden werden.

Da die relevanten Systemgrößen (Kapazität, Differenzspannung  $V_{diffabs}$  und Schalterleistung  $P_{soll}$ ) bekannt bzw. messbar sind, kann der Regelkreis zur Führung des Umladevorgangs auch vereinfacht werden.

Aus diesen Größen kann - rechnerisch oder empirisch - eine einer konstanten Schalterleistung  $P_{soll}$  zugeordnete, zeitvariable Sollspannung  $V_{soll}(t)$  ermittelt und gespeichert werden, die als Führungsgröße für einen Umladevorgang, beginnend mit der Differenzspannung  $V_{diffabs}$  am Beginn eines Umladevorgangs, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Umladevorgang beendet ist und  $V_{diffabs} = 0V$  wird.

Für diese Kurve ergibt sich, wie in Figur 7 dargestellt, ein parabelförmiger Verlauf über der Zeit. Die Führung der Regelschleife erfolgt nun durch diese zeitvariable Spannung  $V_{soll}(t)$ , deren Startwert dem aktuellen Wert der Differenzspannung  $V_{diffabs}$  am Beginn (t<sub>0</sub>) des Umladevorgangs entspricht.

Die Erzeugung dieser zeitvariablen Sollspannung  $V_{soll}(t)$  als Führungsgröße kann, wie in Figur 8 dargestellt, mittels eines Mikrocontrollers  $\mu$ C erfolgen, in welchem der zeitliche Verlauf der Sollspannung  $V_{soll}(t)$  in einer Tabelle T gespeichert ist. Damit werden die hard- oder softwaremäßigen Differenzierer und Multiplizierer nach den Figuren 5 und 6 entbehrlich.

Der Absolutwert der Differenzspannung  $V_{diffabs}$  (Ausgangsspannung des zweiten Differenzverstärkers A<sub>2</sub> von Figur 4) wird in diesem Ausführungsbeispiel direkt dem invertierenden Eingang des Zweipunktreglers K<sub>2</sub> und dem Eingang des Mikrocontrollers  $\mu$ C zugeführt. Diese Differenzspannung  $V_{diffabs}$  wird im Mikrocontroller  $\mu$ C zunächst A/D-gewandelt.

Mit dem nicht dargestellten Befehl zum Ladungsausgleich der beiden durch den Schalter - hier S<sub>2</sub> - verbundenen Energiespeicher - hier C<sub>1</sub> und DLC - wird (Figur 7), beginnend zum Zeitpunkt t<sub>0</sub> mit dem Startwert  $V_{soll}(t_0)$ , der der Differenzspannung  $V_{diffabs}$  in diesem Zeitpunkt t<sub>0</sub> entspricht und der aus der Tabelle T entnommen wird, die zeitvariable Sollspannung  $V_{soll}(t)$  nach D/A-Wandlung dem nichtinvertierenden Eingang des Zweipunktreglers K<sub>2</sub> über den Schalter S<sub>3</sub> zugeführt und entsprechend der in Figur 7 dargestellten Kurve nachgeführt, bis sie im Zeitpunkt t<sub>1</sub> zu Null wird.

Damit wird der Ladungsausgleich zwischen den beiden Energiespeichern mit vorgegebener, konstanter Schalter-Verlustleistung durchgeführt, welcher im Zeitpunkt  $t_1$  beendet ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Schalten eines Halbleiter-Leistungsschalters (S1, S2),

5

dadurch gekennzeichnet,

dass der Widerstand der Schaltstrecke des Halbleiter-Leistungsschalters (S1, S2) mittels einer Steuerspannung  $V_s$  so gesteuert wird, dass die Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  nicht übersteigt.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass zur Ermittlung der Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) aus der zwischen dessen Anschlüssen (S1, S2) liegenden Differenzspannung  $V_{diff}$  der auf Bezugspotential GND bezogene Absolutwert  $V_{diffabs}$  dieser Differenzspannung  $V_{diff}$  gebildet wird,

20 dass das zeitliche Differential  $d(V_{diffabs})/dt$  dieser Differenzspannung  $V_{diff}$  gebildet wird,

dass gemäß der Formel

$$P_{ist} = V_s \cdot I_s = V_{diffabs} \cdot d(V_{diffabs})/dt \cdot C_1,$$

25 mit  $V_s$  = Schalterspannung  $V_{diffabs}$ ,

$$I_s = d(V_{diffabs})/dt \cdot C_1,$$

$$C_1 = \text{const.}$$

das zeitliche Differential  $d(V_{diffabs})/dt$  mit dem Absolutwert  $V_{diffabs}$  und einem Konstantwert  $C_1$  multipliziert

30 wird, wobei das Produkt der Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) entspricht, und

dass die Verlustleistung  $P_{ist}$  auf einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  geregelt wird, wobei

die Regelgröße als Steuersignal En zur Erzeugung der Steuerspannung Vst dient.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der zwischen den Anschlüssen des Leistungsschalters (S1, S2) liegenden Differenzspannung Vdiff der auf Bezugspotential bezogene Absolutwert Vdiffabs dieser Differenzspannung Vdiff gebildet wird,
- 10 dass aus bekannten oder messbaren Systemgrößen wie Kapazität C1, Differenzspannung Vdiffabs und Schalterleistung Psoll, eine einer konstanten Schalterleistung Psoll zugeordnete, zeitvariable Sollspannung Vsoll(t) für den Umladevorgang ermittelt und gespeichert wird, und
- 15 dass diese Sollspannung Vsoll(t) als Führungsgröße für die Regelung der Differenzspannung Vdiffabs während eines Umladevorgangs, beginnend mit der Differenzspannung Vdiffabs am Beginn to eines Umladevorgangs, bis zu dem Zeitpunkt t1, an dem der Umladevorgang beendet ist und Vdiffabs = 0V wird, herangezogen wird, wobei die Regelgröße als Steuersignal (En) zur Erzeugung der Steuerspannung Vst dient.

- 25 4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Betätigung eines Leistungsschalters (S1, S2), insbesondere eines zwischen zwei Energiespeichern (C1, DLC, B36) angeordneten Halbleiter-Leistungsschalters (S1, S2) in einem mit einem Integrierten Starter-Generator (ISG) ausgerüsteten Kraftfahrzeug-Bordnetz,

30

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Leistungsschalter (S1, S2) als Transfer-Gate (TG) mit zwei in Reihe geschalteten Halbleitern (Q1, Q2) ausgebildet ist, von denen im Sperrzustand des Leistungsschalters (S1, S2) jeweils wenigstens einer sperrt, und

- 5 dass zur Erzeugung der Steuerspannung Vst eine Ladungspumpe (LP) vorgesehen ist, mittels welcher die Halbleiter (Q1, Q2) des Leistungsschalters (S1, S2) im Leitzustand jeweils nur soweit aufgesteuert werden, dass die Verlustleistung Pist des Leistungsschalters (S1, S2) einen vorgegebenen Sollwert Psoll nicht überschreitet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Transfer-Gate (TG) ein Transistor (Q3) vorgesehen ist, dessen Kollektor-Emitterstrecke zwischen den miteinander verbundenen Gateanschlüssen (g) und den miteinander verbundenen Sourceanschlüssen (s) der zwei in Reihe geschalteten Halbleiter (Q1, Q2) angeordnet ist, welcher mittels eines externen Signals (Dis) in den Leitzustand versetzbare ist, um das Transfer-Gate (TG) rasch nichtleitend zu steuern.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Verlustleistung Pist des Leistungsschalters (S1, S2)

- ein Spannungsgeber (GV) vorgesehen ist, welcher aus der zwischen den Anschlüssen (A, E) des Leistungsschalters (S1, S2) liegenden Differenzspannung Vdiff den auf Bezugspotential GND bezogenen Absolutwert Vdiffabs dieser Differenzspannung Vdiff bildet,
- ein Differenzierer (A3, d/dt) vorgesehen ist, in welchem das zeitliche Differential  $d(Vdiffabs)/dt$  gebildet wird, und

- ein Multiplizierer (M) vorgesehen ist, welcher das zeitliche Differential  $d(V_{diffabs})/dt$  mit dem Absolutwert  $V_{diffabs}$  und einem Konstantwert  $C1$  multipliziert, und dessen Ausgangssignal der Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) entspricht.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mikrocontroller ( $\mu$ C) vorgesehen ist, in welchem die Ermittlung der Verlustleistung  $P_{ist}$  digital durchgeführt wird, mit einem A/D-Wandler (A/D), welcher das Ausgangssignal  $V_{diffabs}$  des Differenzverstärkers (A2) laufend digitalisiert,  
10 mit einem Zwischenspeicher (ZS), in welchem das digitalisierte Signal  $V_{diffabs}$  gespeichert wird,  
15 mit einem digitalen Differenzierer ( $d/dt$ ), der das gespeicherte Signal  $V_{diffabs}$  zu  $d(V_{diffabs})/dt$  differenziert,  
mit einem digitalen Multiplizierer (x), der das digitale Signal  $V_{diffabs}$  mit dem Differential  $d(V_{diffabs})/dt$  und mit  
20 einer Konstanten  $C1$  zu einem der Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters (S1, S2) entsprechenden Wert multipliziert, und  
mit einem D/A-Wandler (D/A), welcher diesen digitalen Wert in einen Analogwert  $P_{ist}$  umwandelt.

25

8. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Regler (K2) vorgesehen ist, welcher die Verlustleistung  $P_{ist}$  auf einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  regelt, und dessen Ausgangssignal, die Regelgröße, der Ladungspumpe (LP) als Steuersignal  $En$  zur Erzeugung der Steuerspannung  $V_{st}$  zugeführt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (K2) ein Zweipunktregler ist.

5

10. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spannungsgeber (GV) vorgesehen ist, welcher aus der zwischen den Anschlüssen (A, E) des Leistungsschalters (S1, S2) liegenden Differenzspannung  $V_{diff}$  den auf Bezugs-

10 potential bezogenen Absolutwert  $V_{diffabs}$  dieser Differenzspannung  $V_{diff}$  bildet,

dass ein Mikrocontroller ( $\mu$ C) vorgesehen ist, welchem die Differenzspannung  $V_{diffabs}$  zugeführt wird, in welchem die zeitvariable Sollspannung  $V_{soll}(t)$  in einer Tabelle (T)

15 gespeichert ist, und

dass ein Regler (K2) vorgesehen ist, dessen invertierendem Eingang die Differenzspannung  $V_{diffabs}$  und dessen nicht invertierendem Eingang die zeitvariable Sollspannung

15  $V_{soll}(t)$  zugeführt wird, und dessen Ausgangssignal, die Regelgröße, der Ladungspumpe (LP) als Steuersignal  $En$  zur Erzeugung der Steuerspannung  $Vst$  zugeführt wird.

20

## Zusammenfassung

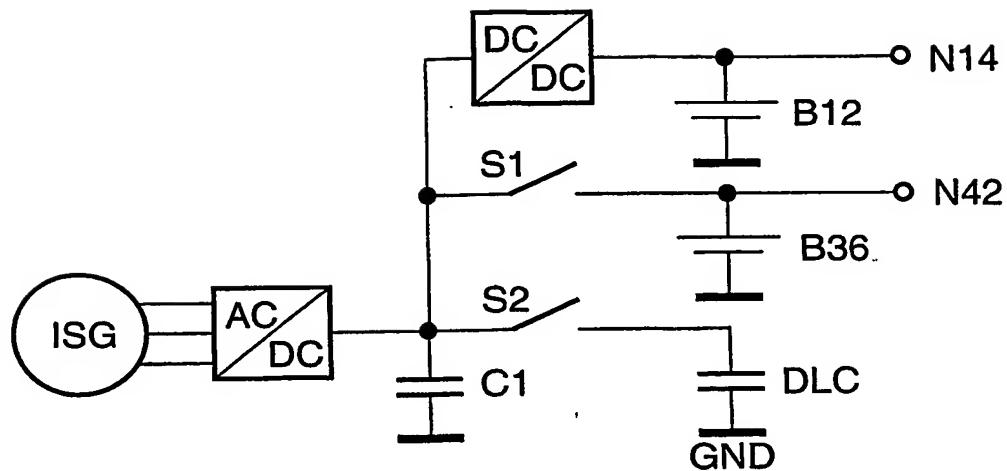
Verfahren und Vorrichtung zum Schalten eines Halbleiter-Leistungsschalters

5

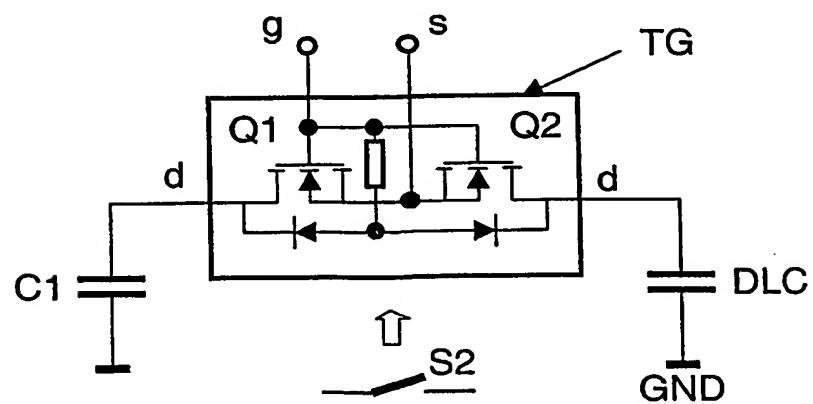
Verfahren zum Schalten eines Halbleiter-Leistungsschalters, mittels welchem der Widerstand der Schaltstrecke des Halbleiter-Leistungsschalters mit einer Steuerspannung  $V_{st}$  so gesteuert wird, dass die Verlustleistung  $P_{ist}$  des Leistungsschalters einen vorgegebenen Sollwert  $P_{soll}$  nicht übersteigt. Eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens verwendet als Halbleiter-Leistungsschalter ein Transfergate, welches von einer Ladungspumpe angesteuert wird.

15 Figur 2

2001 E 21204



**Fig 1**



**Fig 2**

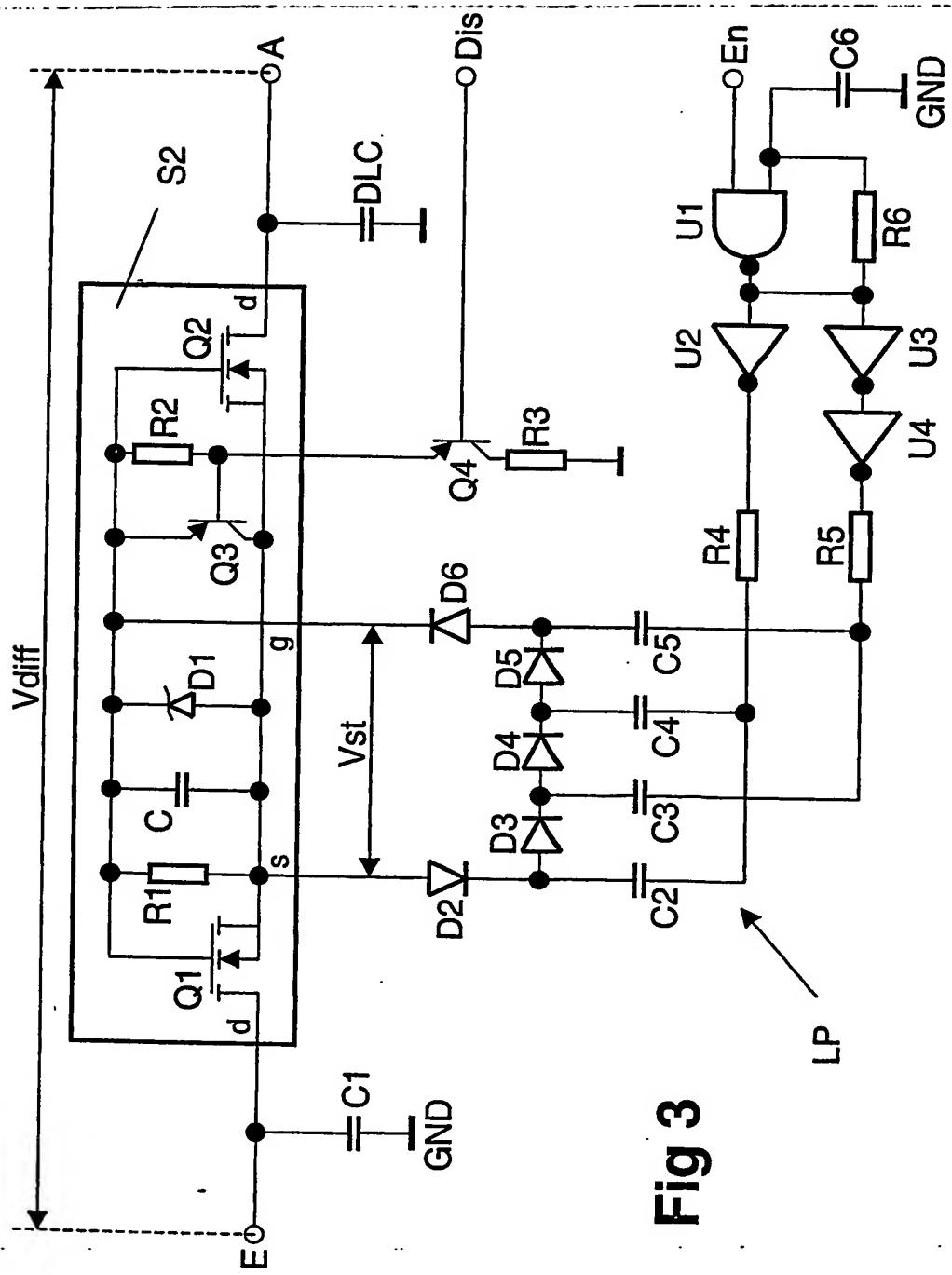


Fig 3

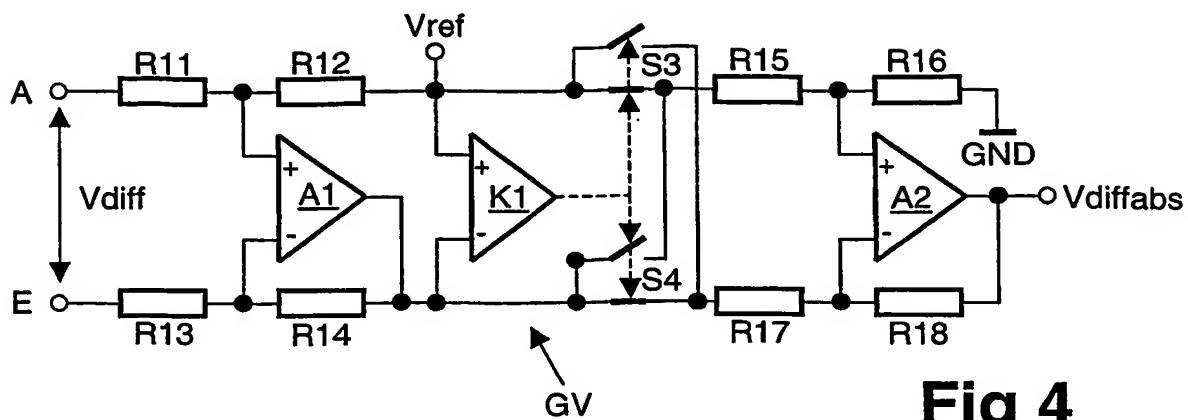


Fig 4

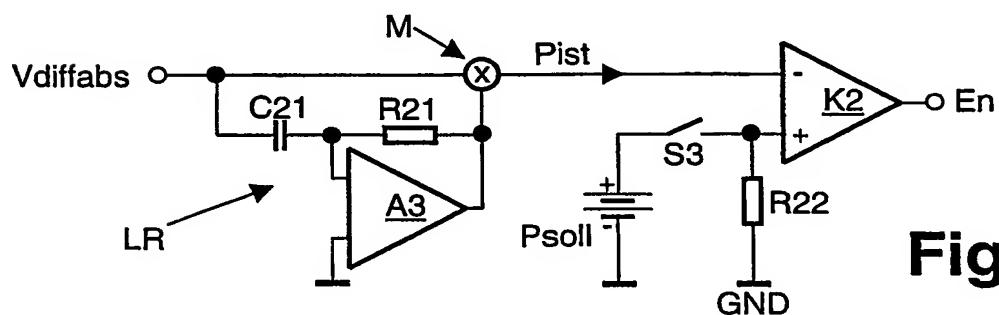


Fig 5

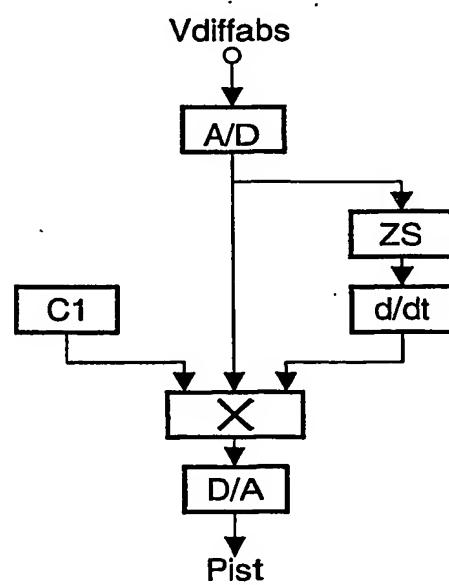


Fig 6

2001 E 21204

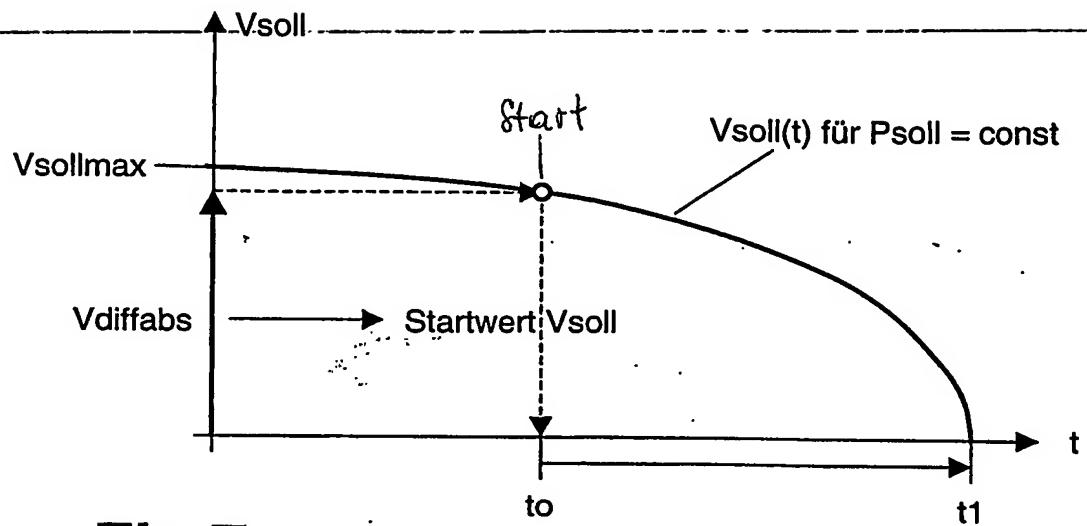


Fig 7

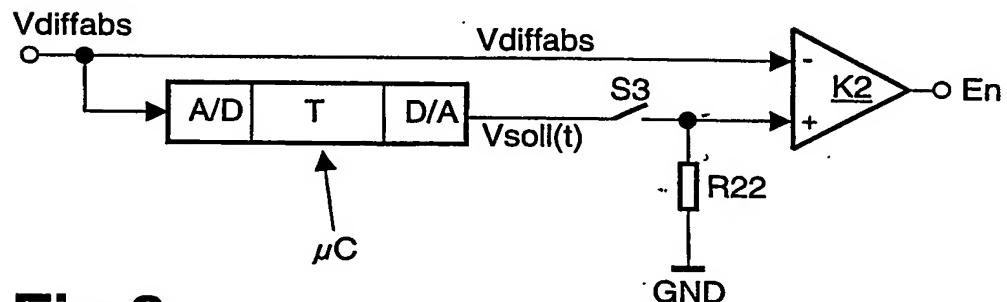


Fig 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**